



# **MODELOS MORFOLOGICOS URBANOS: FORMA Y ESTRUCTURA**

## **EI CASO DE LA COSTA MEDITERRANEA ESPAÑOLA**

## PARADIGMAS CONTEMPORANEOS DE CRECIMIENTO

El interés por los procesos de suburbanización y la eventual «disolución» de la ciudad compacta tradicional en una ciudad cada vez más dispersa y fragmentada resulta ya una constante en la reflexión urbanística de las últimas décadas. (Monclús)



## DEL CENTRO A LA PERIFERIA

Los recientes procesos de periurbanización y de difusión de la ciudad («ciudad difusa») están dando origen a periferias urbanas de un tipo muy distinto de aquellas que se han formado en Europa desde la revolución industrial hasta la década de 1960. Estas nuevas periferias son el resultado de profundos cambios en las estructuras territoriales urbanas (desurbanización, contraurbanización), en las tecnologías de la comunicación y de la información (telemática), en la organización y en la regulación social (posfordismo), que han transformado a los países industrializados a partir de finales de la década de 1960. (Dematteis)



## MODELOS TEORICOS DE DESARROLLO URBANO

La ciudad-jardín, diseñado por *Howard* es la antítesis de los "clásicos" suburbios y de las periferias, aisladas o "excluidas"

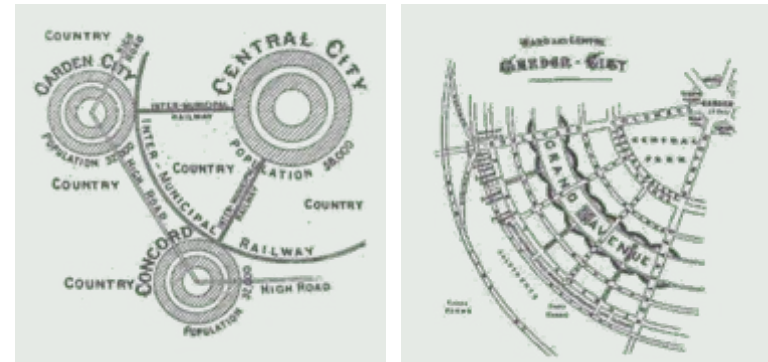
Hoy en día teóricos modernos, arquitectos o urbanistas vuelven a conceptos similares a los de la Ciudad Jardín

### ¿CUAL ES EL RESULTADO?

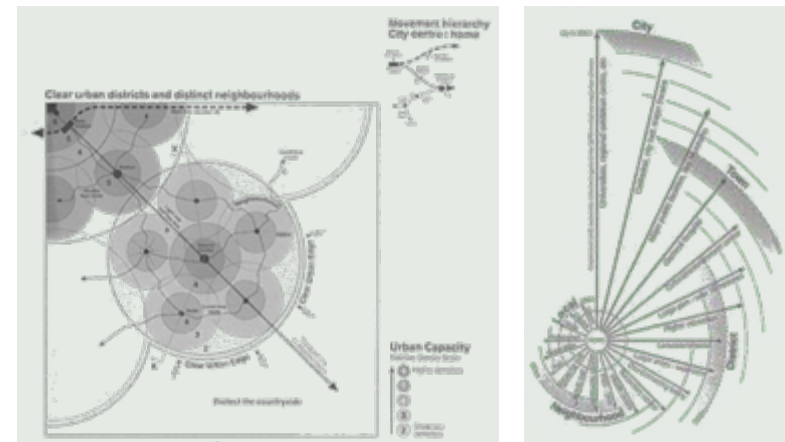
El proceso de dispersión de la urbanización tiene su origen en el modelo de vida suburbana que inició con el uso generalizado del coche. Un modelo de vida basado en el "sueño" americano: "una casa, uno (o más) coche (s)."



*Garden City* (Ebenezer Howard)



Richard Rogers and Anne Power





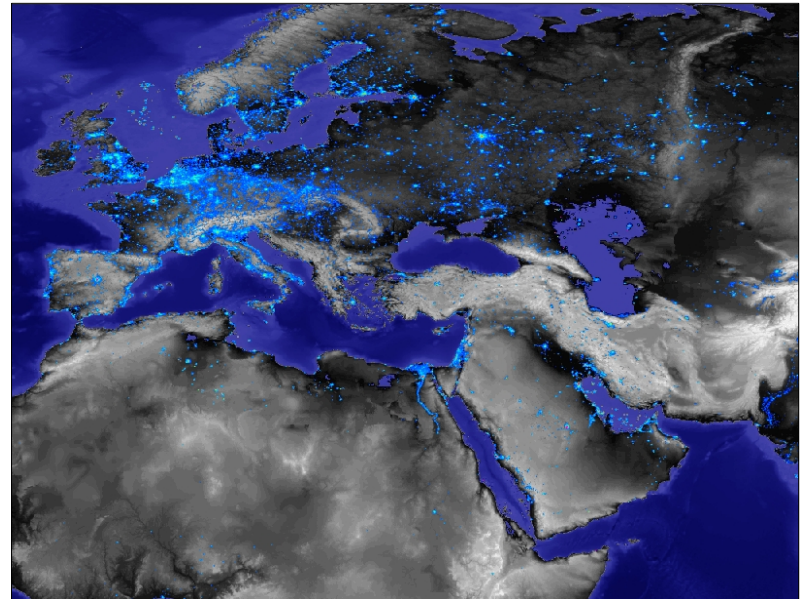
## ¿CUALES SON LOS LIMITES ACTUALES DEL ESPACIO URBANO?

François Ascher se pregunta ¿Qué hacer hoy con la noción de límites y la forma de diseñar espacios donde las distinciones entre la ciudad y el campo, entre lo público y lo privado, entre interior y exterior desaparece? ¿Qué sucede con las nociones de distancia, continuidad, densidad, diversidad, hibridez, cuando la velocidad de la circulación de mercancías, información y personas crece tan rápida?



## ¿UN MODELO AMERICANO O EUROPEO?

Con la periurbanización y la «ciudad difusa» los modelos de la suburbanización de tipo latino-mediterráneo y de tipo anglosajón, que durante mucho tiempo han seguido caminos diferentes, tienden ahora a converger en un modelo único común a toda Europa de «ciudad sin centro» de estructura reticular, cuyos «nodos» (sistemas urbanos singulares) conservan y acentúan su identidad a través de procesos innovadores de competición y cooperación. (Dematteis)



## ¿CUAL ES LA CIUDAD MEDITERANEA? ¿COMO ESTÁ CAMBIANDO?

Cities achieve social concentration and variety of contents, so when a city can preserve, in their physical forms and their lifestyles, a close association with the countryside and good networks of connection, its possible to obtain a good balance among development and quality of life, growth and human relationships: “Stability, continuity, neighbourly and sharing”. (Lewis Mumford)

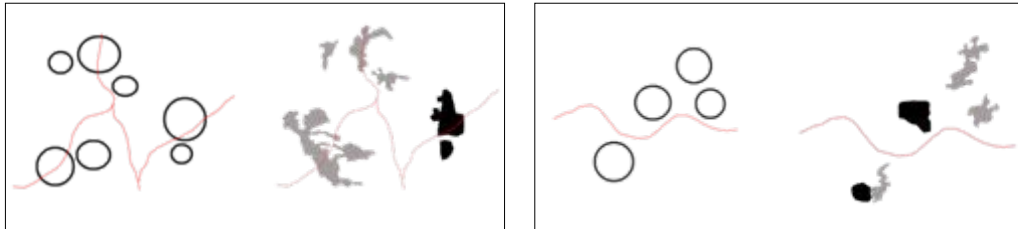
## ¿CUALES SON LOS FACTORES DETERMINANTES?

Las dinámicas demográficas en ser, a lo largo de la franja costera de los países mediterráneos, juntas con una presión turística importante, muestra claramente señales de una carga humana en crecimiento, culpable de los fenómenos de dispersión y dilatación de la ciudad, ya que favorece una fuerte expansión de los edificios, residenciales y de servicios: casas de primera y segunda residencia, alojamientos turísticos, caminos y centros de comunicación, infraestructuras.



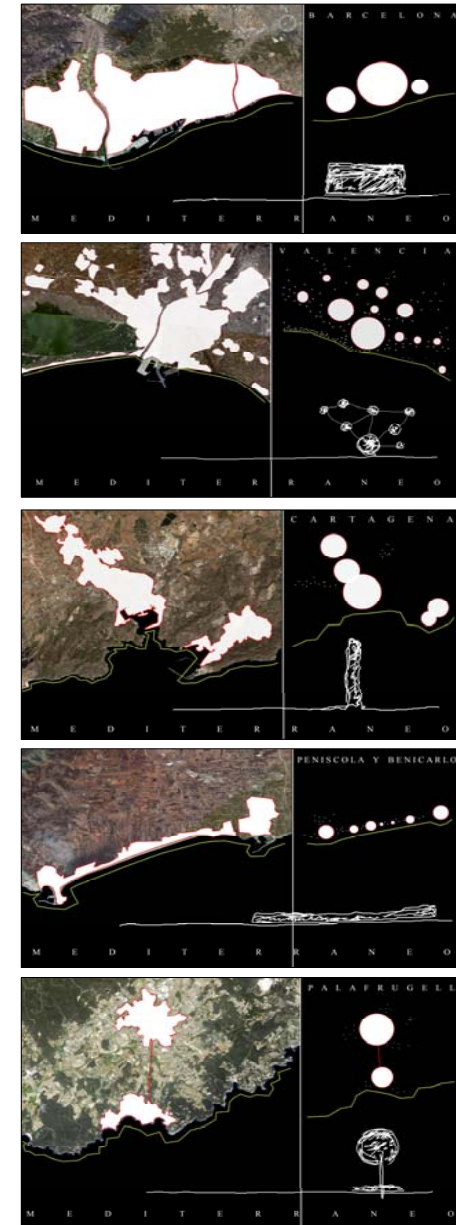
## PROPUESTA TESINA MASTER

Evaluación de la influencia costera sobre el desarrollo urbano y sobre la generación de plusvalías inmobiliarias: el caso de la costa mediterránea española



## ¿PODEMOS CLASIFICAR CIUDADES SEGÚN SUS FORMAS?

La fuerza morfogenética de todas las categorías de tejido urbano y las relaciones entre las zonas urbanas homogéneas y los elementos estructurales, indican las perspectivas más importantes para la comprensión de las reglas formales reconocibles dentro de los márgenes de un área artificializada





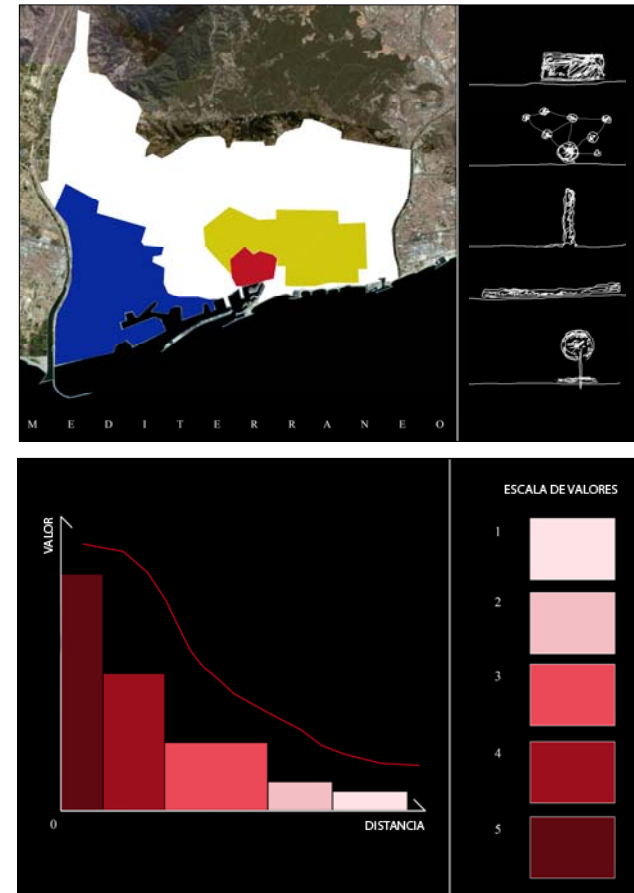
## PROPUESTA TESINA MASTER

La estructura espacial de un asentamiento urbano resulta de la suma de las partes compositivas que generan un conjunto mas o menos continuo de formas, disponiendo organismos complejos de tipo compactos o compactados, por ejemplo, dispersos, difusos o fragmentados, en función del grado de unión con el que se juntan dichas aglomeraciones

### ¿LOS FACTORES GEOGRAFICOS AFECTAN AL DESARROLLO DE LA CIUDAD Y A SU MORFOLOGÍA?

El cambio y el aumento de demanda de territorio costero en el escenario post-moderno, es uno de los principales problemas de conexión entre la planificación y la sostenibilidad ambiental de dichas zonas; industria, construcción, transporte, turismo, pueden cambiar el equilibrio de las interacciones tierra-mar.

Los recientes fenómenos de especulación edilicia, que tiene lugar a lo largo de la costa mediterránea española, muestran claramente como también ciertas condiciones geográficas afectan a los fenómenos de crecimiento y a la creación y desarrollo de nuevas "formas" de ciudades y territorios, así como a la generación de plusvalías urbanas

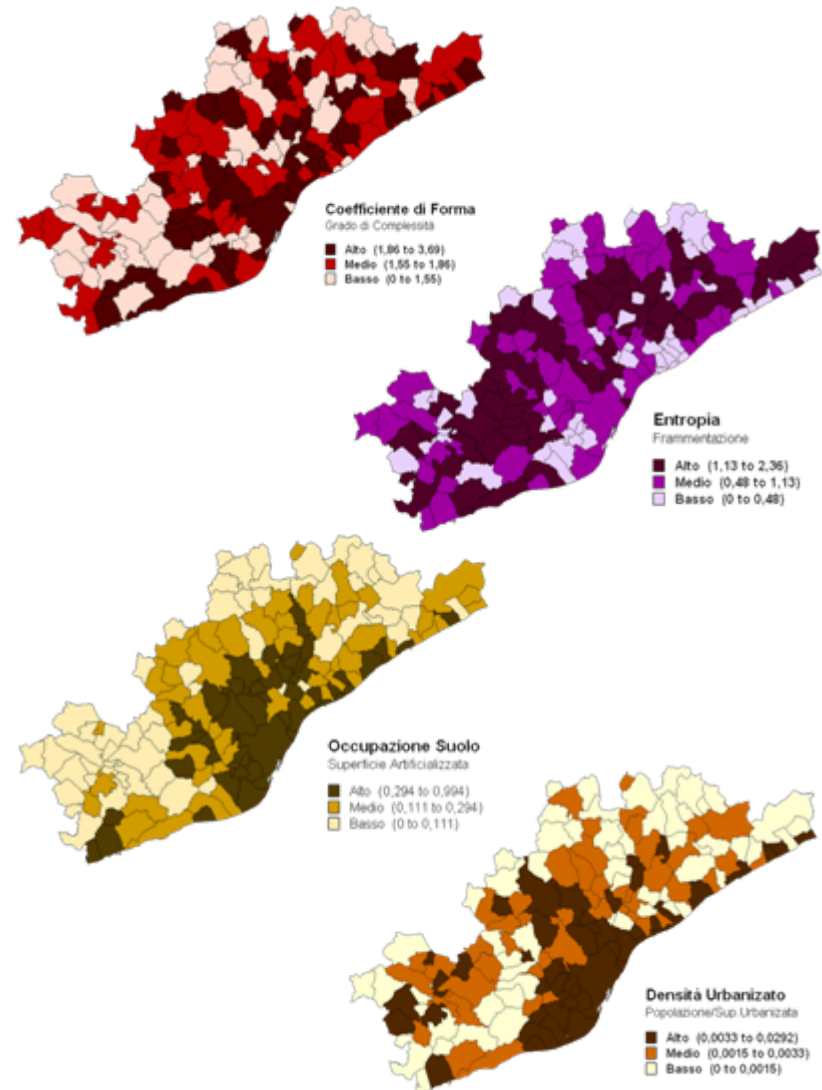
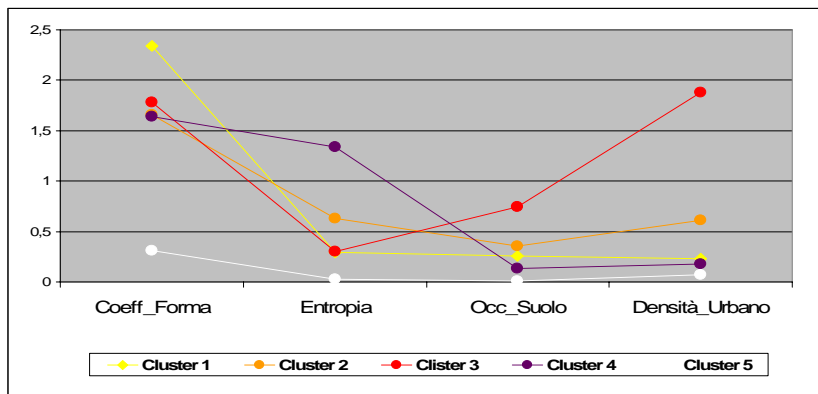


## RESULTADOS TESINA MASTER

Un análisis cuantitativo sobre el porcentaje de ocupación de suelo y la densidad neta de población, un análisis estructural sobre el grado de fragmentación de la distribución de los polígonos urbanos en el espacio y un análisis morfométrico sobre la complejidad de los asentamientos, calculado según la relación entre perímetro y área de los polígonos de urbanización

## ANALISIS CLUSTER Y CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA

Se ha normalizado las variables consideradas para la observación de los modelos urbanos y se ha utilizado un análisis cluster para identificar los centros de los valores calculados y la distribución de los resultados de los indicadores



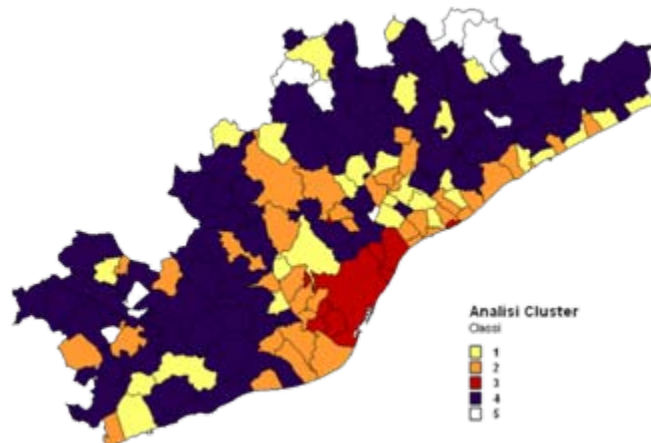


## MODELOS DE URBANIZACIÓN

Abstrayendo en formas geométricas la esencia de los asentamientos urbanos, admitimos la existencia de ciertos modelos teóricos de urbanización con características comunes en las relaciones entre las partes.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MODELOS

Comparamos las estructuras urbanas hipnotizadas (compacto, compactado en núcleos, fragmentado y tentacular), con los grupos determinados de forma automática a través el análisis cluster y a cada modelo teórico referimos las categorías calculadas sobre los polígonos de CORINE Land Cover



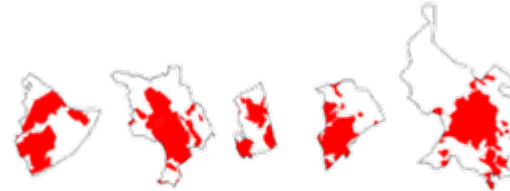
Cluster 3



Modello tipo A, compatto



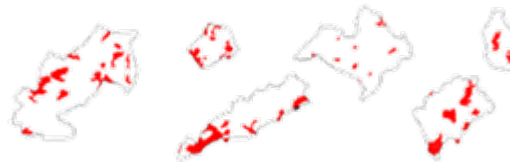
Cluster 2



Modello tipo B, compattato in nuclei



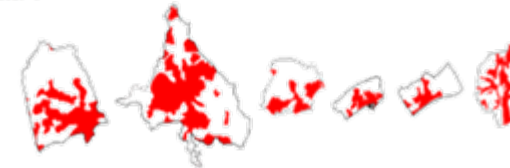
Cluster 4



Modello tipo A, Frammentato



Cluster 1



Modello tipo D, tentacolare



Cluster 5



Compatto a bassa densità

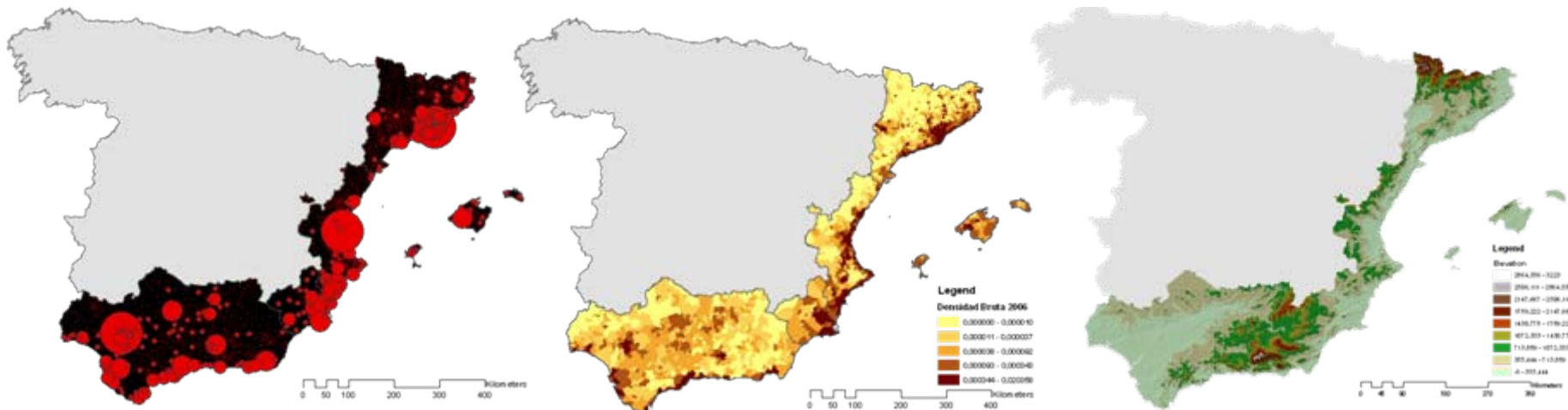


## AVANCES EN LA TESIS DOCTORAL

El proceso de dispersión de la urbanización a lo largo de la franja mediterránea se ha desarrollado a través de la explosión de topologías de tejidos caracterizados por muy bajos niveles de compacidad, sometidos a tensiones económicas y demográficas de gran intensidad. Se está tratando entonces aplicar el proceso de clasificación automática a todas las comunidades autónomas afectadas por el mediterráneo para, en primer lugar, cuantificar el nivel de dominancia de la dispersión urbana. A los aspectos morfológicos se están juntando los aspectos funcionales, demográficos y territoriales para entender cuales son los factores mas determinantes en la formación de modelos urbanos

## DEMOGRAFIA Y ASPECTOS GEOGRAFICOS

Población, Densidad de Población, Orografía (DEM)



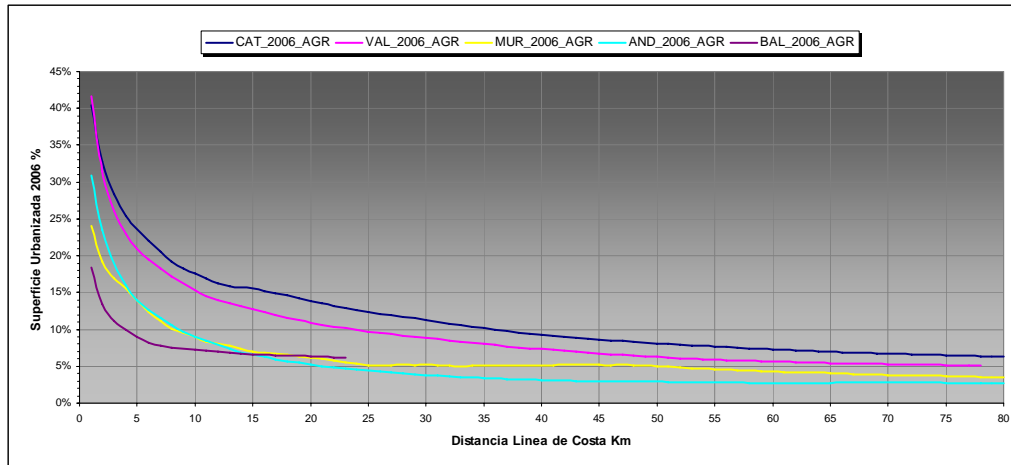
# SUPERFICIE URBANIZADA Y PERFIL DE LOS ASENTAMIENTOS I

## CORINE Land Cover

Proyecto de iniciativa conjunta de la Agencia Europea de Medio Ambiente y la Comisión Europea que ha afectado a 26 países y prevé la adquisición de datos de cobertura del suelo a nivel europeo, a través de imágenes del satélite *Landsat 7*ETM+, la interpretación de fotografías y la clasificación del suelo mismo

## PORCENTAJES DE OCUPACIÓN DE SUELO

El porcentaje de suelo urbanizado, en el 2006 (CORINE *LandCover*), en los primeros 80 kilómetros de costa, medido a cada kilómetro y agregando los valores conforme nos alejamos del valor cero de la distancia.



Level 1	Level 2	Level 3
1. Artificial Surfaces	1.1 Urban Fabric	1.1.1 Continuous Urban Fabric
		1.1.2 Discontinuous Urban Fabric
	1.2 Industrial, Commercial and Transports Units	1.2.1 Industrial and Commercial Units
		1.2.2 Road and Rail Networks
		1.2.3 Sea Ports
		1.2.4 Airports
	1.3 Mines, Dumps and Construction Sites	1.3.1 Mineral Extraction Sites
		1.3.2 Dump
		1.3.3 Construction Sites
	1.4 Artificial non-agricultural vegetated areas	1.4.1 Green Urban Areas
		1.4.2 Sport and Leisure Facilities



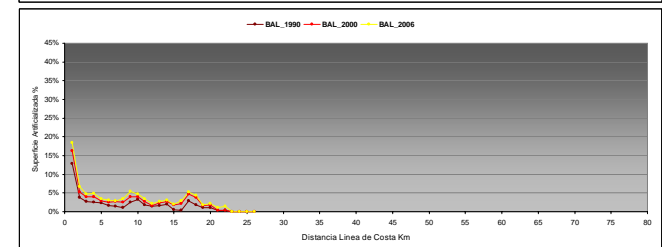
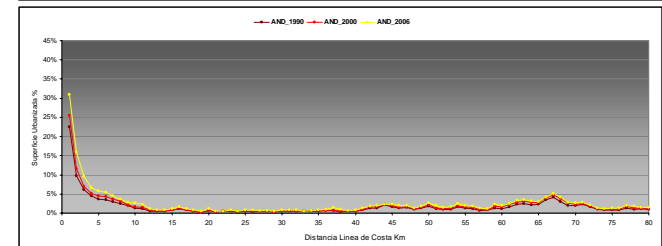
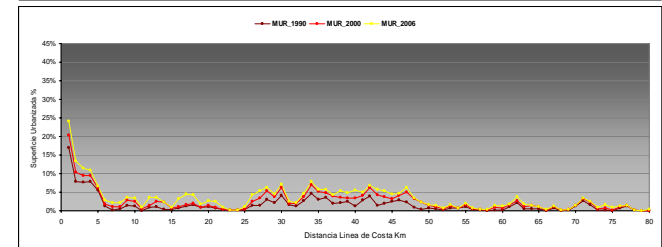
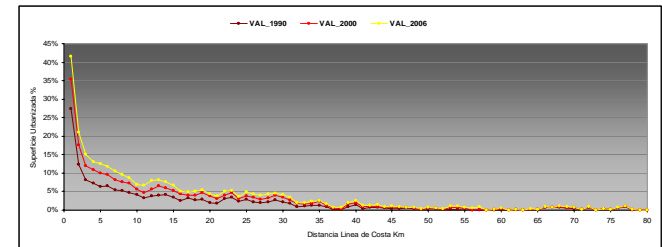
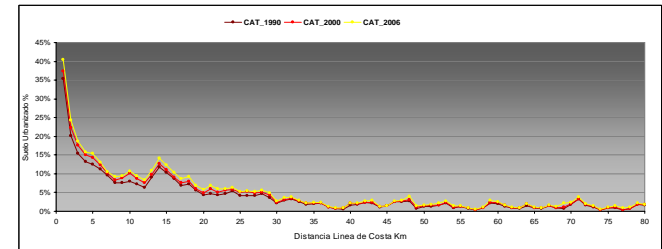
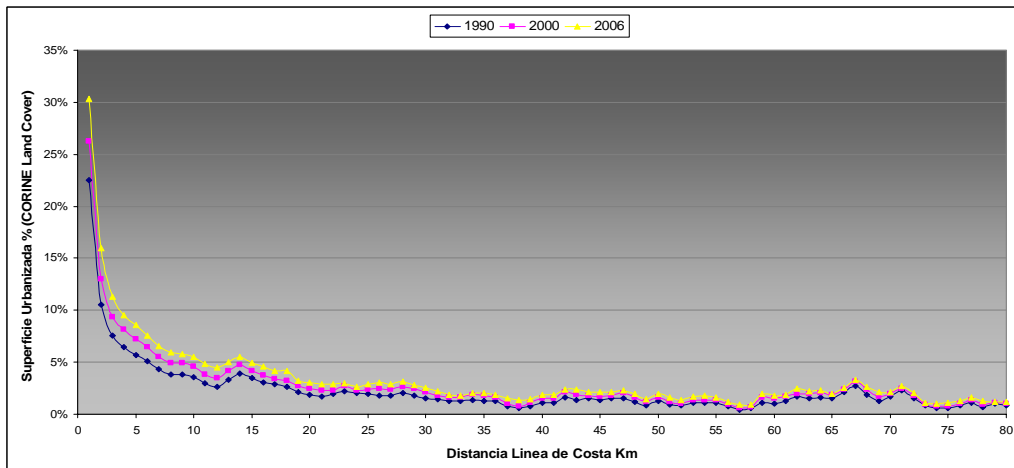
## LA OCUPACIÓN DE SUELO EN EL TIEMPO I

Las comunidades autónomas y sus cambios, en términos de crecimiento en la urbanización, durante 16 años y en tres etapas temporales: 1990,2000,2006 (CORINE LandCover)

Una medición de forma puntual en cada kilómetro hasta 80 de la línea de costa

## UN MARCADO INCREMENTO EN LAS PRIMERAS LINEAS

El incremento de suelo urbanizado en tres etapas temporales 1990, 2000, 2006 (CORINE Land Cover) a lo largo de toda la costa mediterránea. El dato representa la intensidad de superficie urbanizada sobre área total

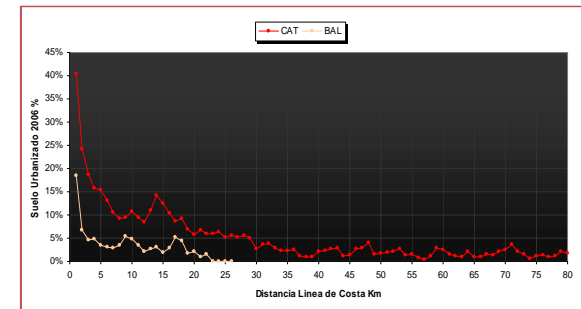
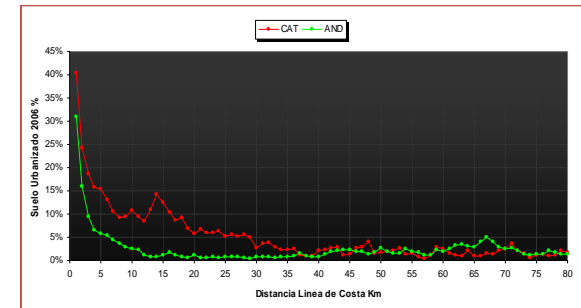
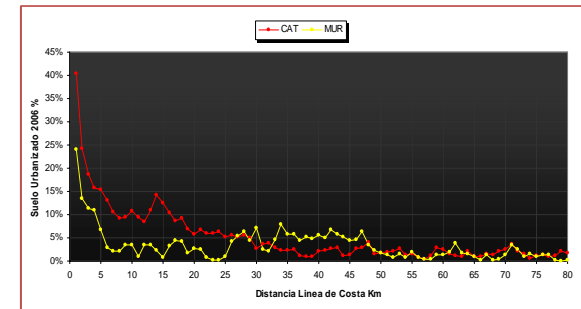
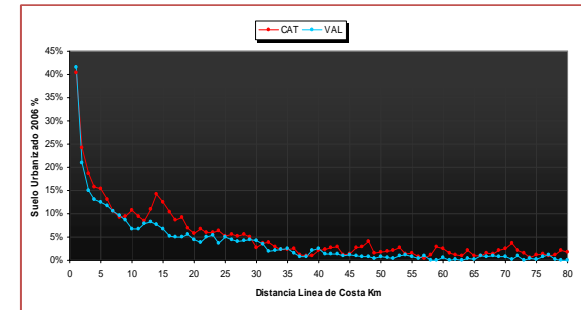
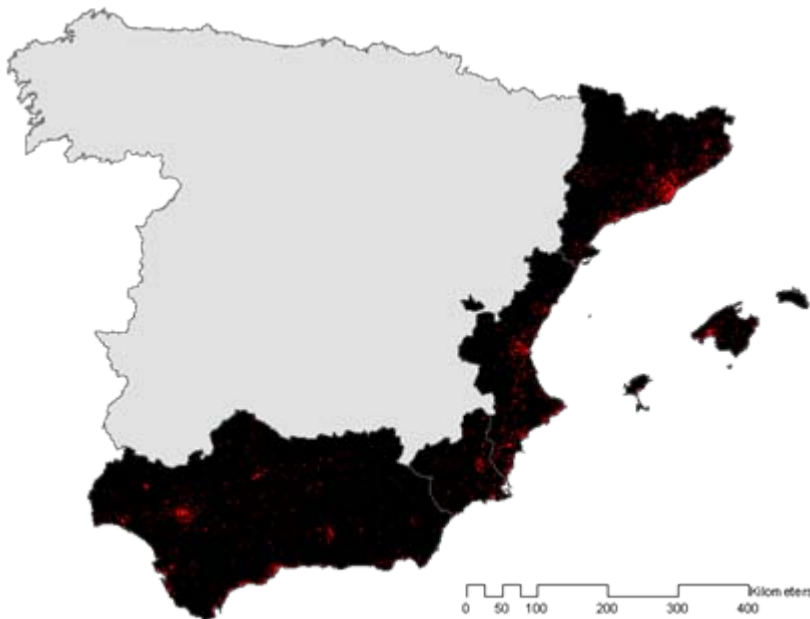


## LA OCUPACIÓN DE SUELO EN EL TIEMPO II

La ocupación de suelo en Cataluña, comparado con Valencia, Murcia, Andalucía y Baleares, a una distancia de 80 Km. de la línea de costa

Una medición puntual en cada kilómetro y en tres etapas temporales:  
1990, 2000, 2006 (*CORINE LandCover*)

### DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE SUPERFICIE URBANA *CORINE LandCover*



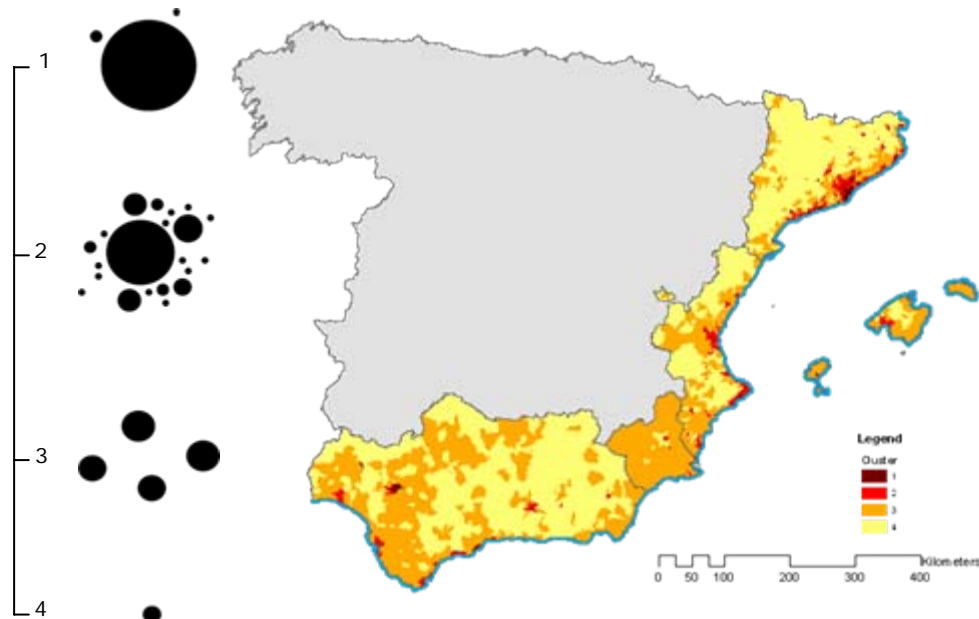
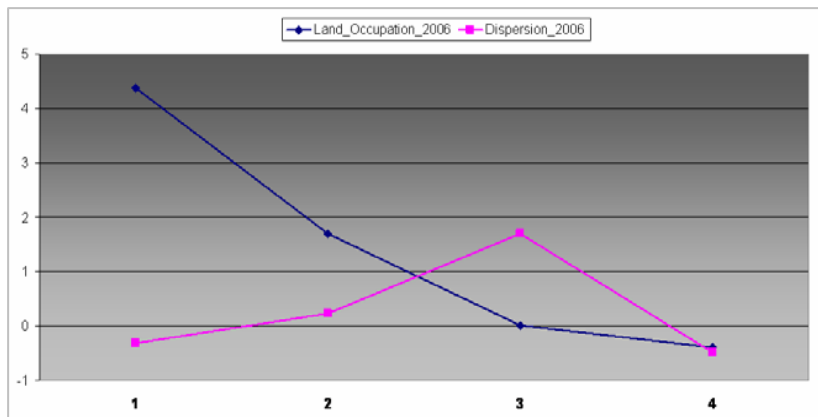
## CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE MODELOS MORFOLOGICOS

Aproximación de un Modelo morfológico de ocupación de suelo, basado sobre la interacción entre porcentaje de suelo urbanizado y dispersión de los polígonos de urbanización

La clasificación automática, está basada sobre cuatro topologías conceptuales

### OCUPACIÓN DE SUELO Y DISPERSIÓN

Existe una correlación inversa entre ocupación de suelo y dispersión. Es decir que a mayor crecimiento en términos de superficie ocupada, menor tasa de dispersión de la estructura urbana





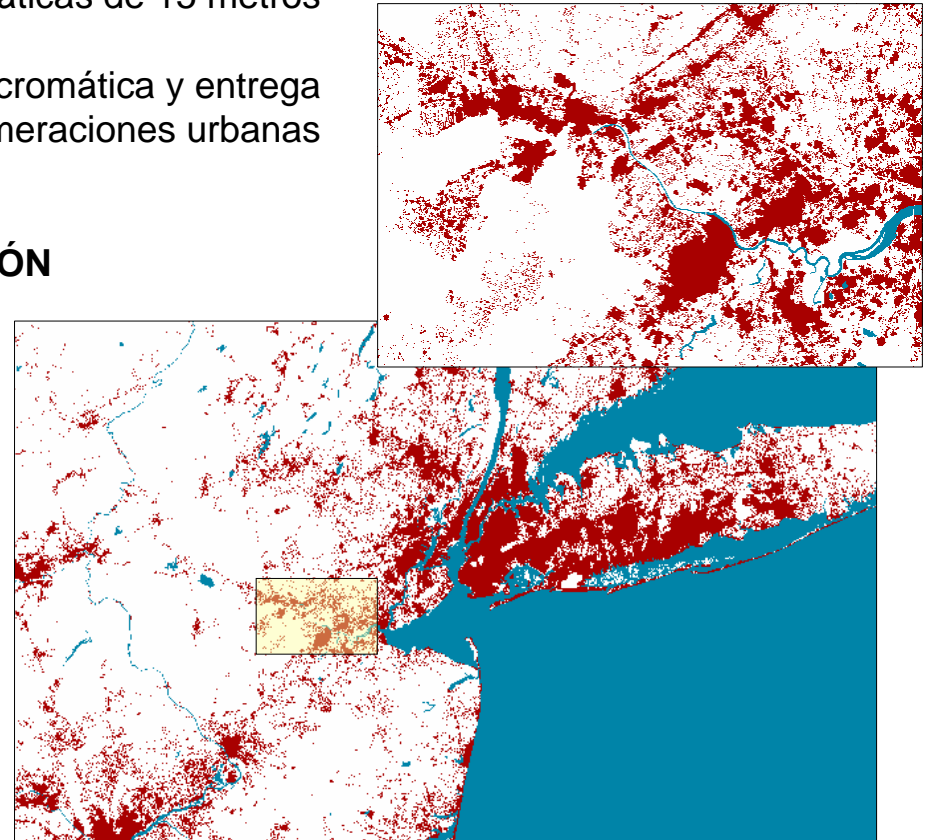
## SUPERFICIE URBANIZADA Y PERFIL DE LOS ASENTAMIENTOS II

Un cambio de escala

Detección de los polígonos urbanos a través de técnicas de *remote sensing* aplicadas sobre imágenes de *Landsat 7 ETM+* de 30 metros interpretadas con imágenes pancromáticas de 15 metros

La clasificación utiliza siete bandas mas la pancromática y entrega polígonos en formato vectorial de las aglomeraciones urbanas

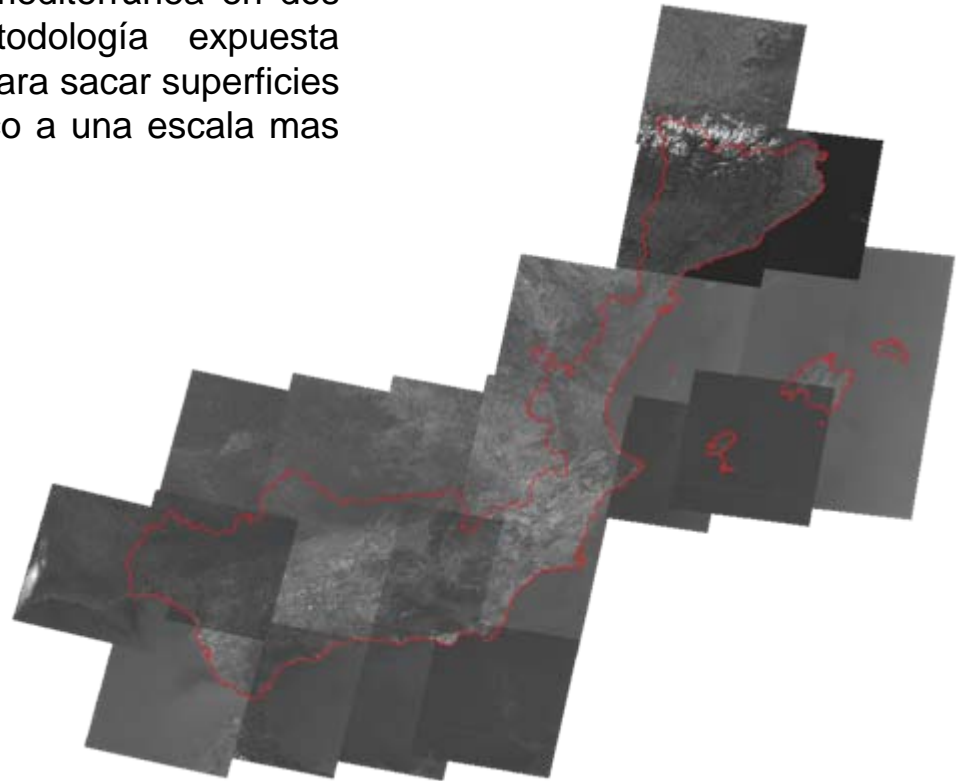
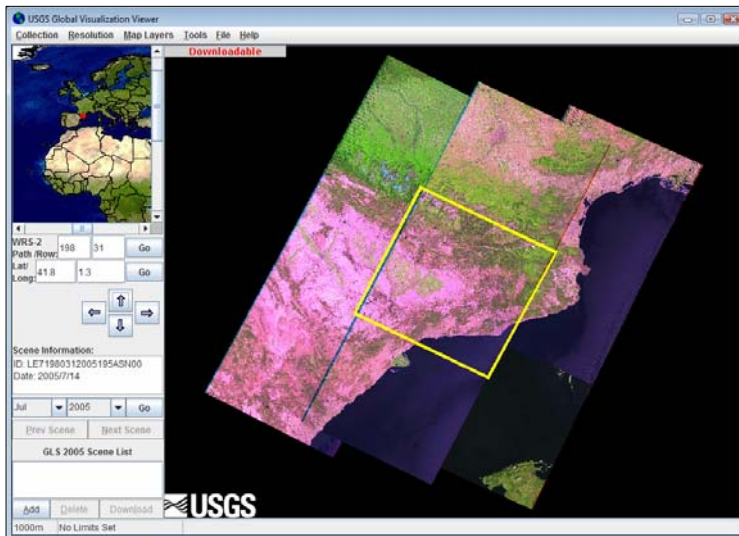
### EJEMPLO DE RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN



## DETECTAR AREAS URBANAS EN LAS COMUNIDADES AUTONOMAS DE LA COSTA

El archivo GLS – *Global Land Survey* derivado de las imágenes *Landsat* ofrece el mapeo completo de la costa mediterránea en dos etapas temporales: 2000 y 2005. La metodología expuesta precedentemente se aplicará a dichas imágenes para sacar superficies urbanizadas y proporcionar un análisis morfológico a una escala mas detallada

### US Global Survey: GLS – LANDSAT DOS ETAPAS TEMPORALES 2000 Y 2005

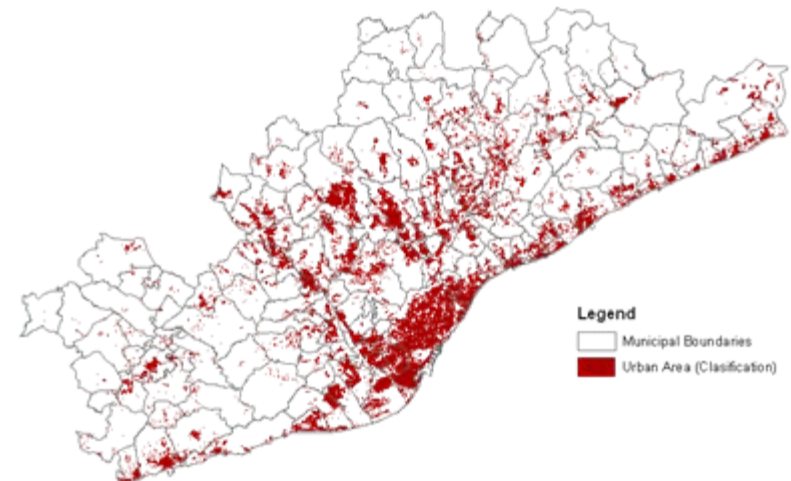
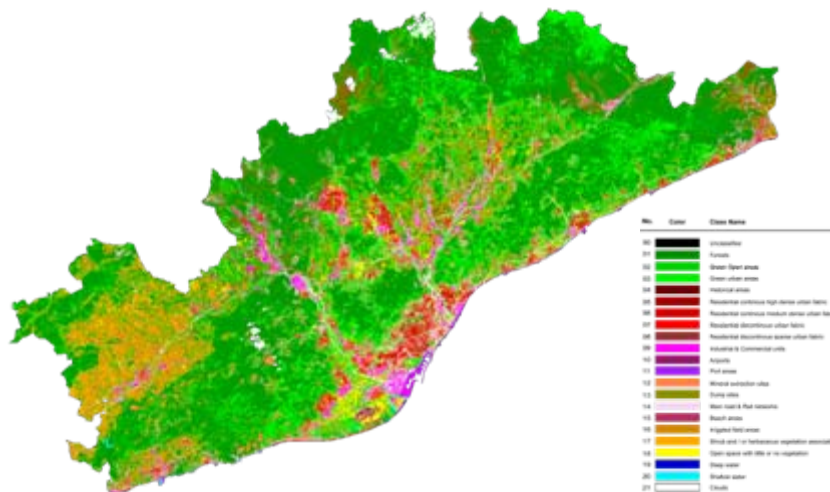


# THE EFFECTIVENESS OF MORPHOLOGY AND STREET NETWORKS IN DETERMINING MODELS OF URBAN GROWTH AT DIFFERENT SPATIAL SCALES ANALYSIS

Articulo presentado en el congreso SPIE 2009:  
Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IX

## TELEDETECCIÓN SOBRE IMAGENES SPOT 5

A supervised classification for the urban agglomeration, drawing upon SPOT 2004 images in order to maximize the number of distinguishable land cover classes for the study area. This methodology employed maximum and minimum likelihood, binary encoding and parallel piped methods, prior to scattergram processes and the merging of all the data, drawing upon a subtraction process to arrive at the final classified image. (Bahaaeddin Alhaddad)





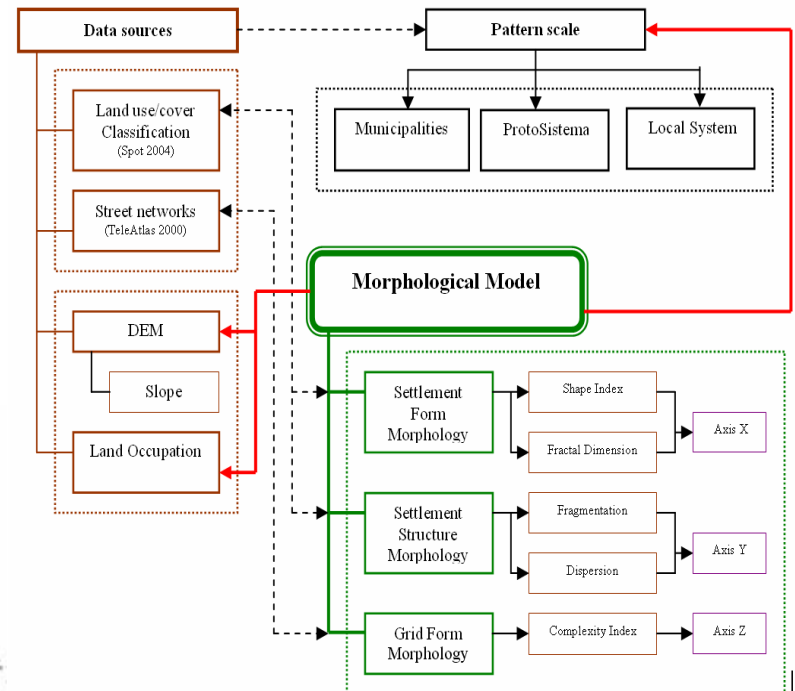
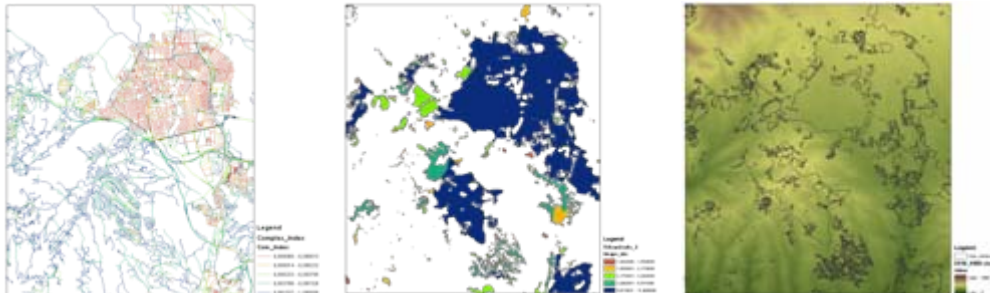
## ESQUEMA METODOLÓGICO

Los esfuerzos realizados en este estudio para cumplir con el objetivo tienen que ver con los dos puntos siguientes: (1) una mejor comprensión de lo que es posible observar sobre los usos urbanos a través de la teledetección y cómo esa información puede ser integrada para mejorar nuestros conocimientos teóricos acerca del desarrollo de las áreas urbanas y sus dinámicas de crecimiento, (2) la evaluación y la verificación sobre la medición de dicho crecimiento

El resultado a conseguir es la definición de modelos morfológicos

## MORFOLOGÍA: ESTRUCTURA, FORMA, TERRITORIO

Una aproximación al análisis de la morfología urbana a través el estudio de la relación entre la forma de los asentamientos urbanos, la red de carreteras y topología del territorio



## MORPHOLOGY OF SETTLEMENT FORM AND STRUCTURE I

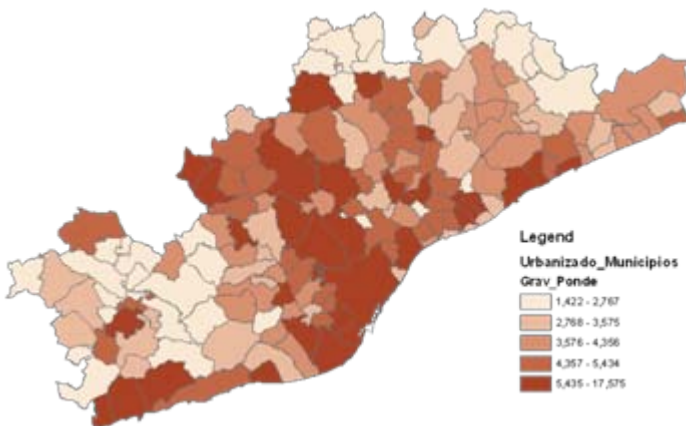
Muchos investigadores urbanos utilizan la *forma* o en la descripción o en el análisis de estructuras urbanas; la mayoría de los análisis sobre la forma urbana se considerada como un aspecto descriptivo muy útil

Elegimos un índice de forma y una dimensión fractal como índices cuantitativos para describir las estructuras y el patrón de la forma de los asentamientos urbanos

### SETTLEMENT FORM

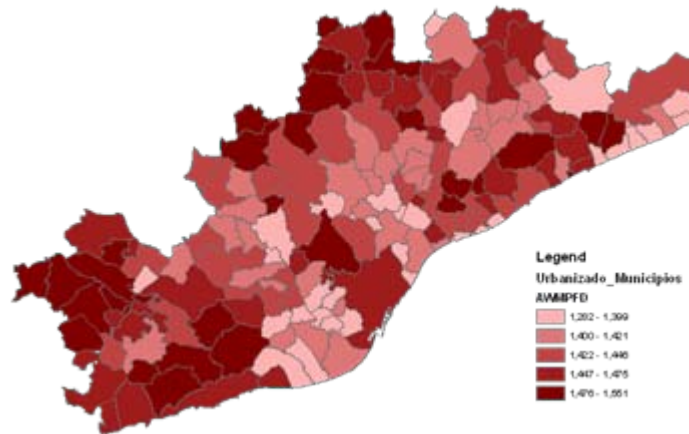
#### Shape Index

$$AWMSI = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{p_i}{2\sqrt{\pi a_i}} \cdot a_i \right)}{\sum_{i=1}^n A}$$



#### Fractal Dimension

$$AWMPFD = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{2 \ln(0.25 \cdot p_i)}{\ln a_i} \cdot a_i \right]}{\sum_{i=1}^n A}$$



Where:

$p_i$  = Perimeter of patch

$a_i$  = Area of patch

$n$  = number of patches

$A$  = total Area of urban patches in the landscape

## MORPHOLOGY OF SETTLEMENT FORM AND STRUCTURE II

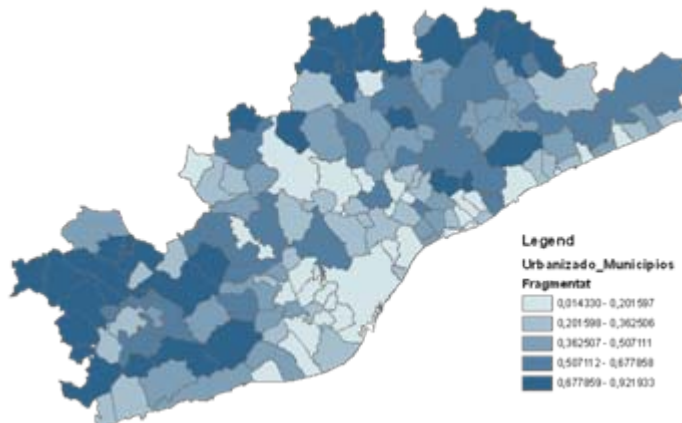
La fragmentación del tejido urbano en la ciudad moderna, de sus funciones en el espacios depende en parte de causas fisiológicas "naturales", relacionadas a las características del crecimiento en un marco geográfico específico

Por otra parte las características espaciales de la fragmentación dependen de una discordancia en el uso del suelo urbano con las propiedades físicas del espacio, generando la atomización y falta de integración entre todas las partes que componen la ciudad

### SETTLEMENT STRUCTURE

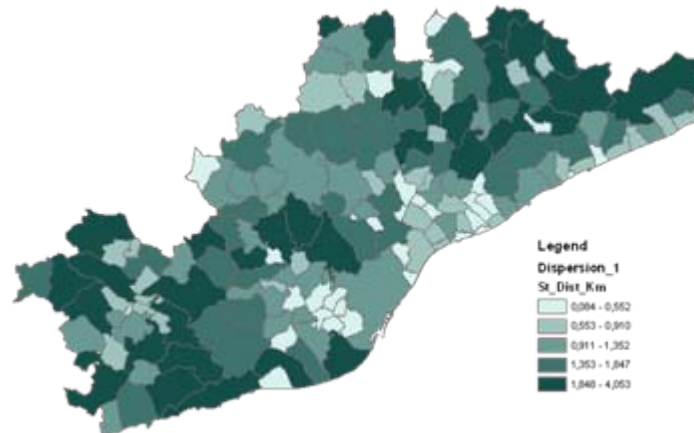
#### Fragmentation

$$H = \frac{-1 \sum_{i=1}^n [F_i (\ln F_i)]}{\ln n}$$



#### Dispersion

$$SD = \sqrt{\left( \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n A} - \overline{x_w^2} \right) + \left( \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n A} - \overline{y_w^2} \right)}$$



Where:

$F_i = A_i / A_{tot}$  = Area of patch  $i$ , divided by the total area made summing all the patches in the landscape

$X_w, Y_w$  = the coordinate position of polygons centroid system

$X_i, Y_i$  = the coordinate position of each polygon centroid.



## GRID FORM MORPHOLOGY

The simplest description of the street network consists of a graph whose links represent roads and whose vertices represent road intersections and end points. Although the importance of networks in geography and urban modelling has been recognized for a long time, comparably less attention has been devoted to generative models for planar graphs in the recent literature on complex networks (Barthelemy and Flammini, 2008)

## GRID COMPLEXITY

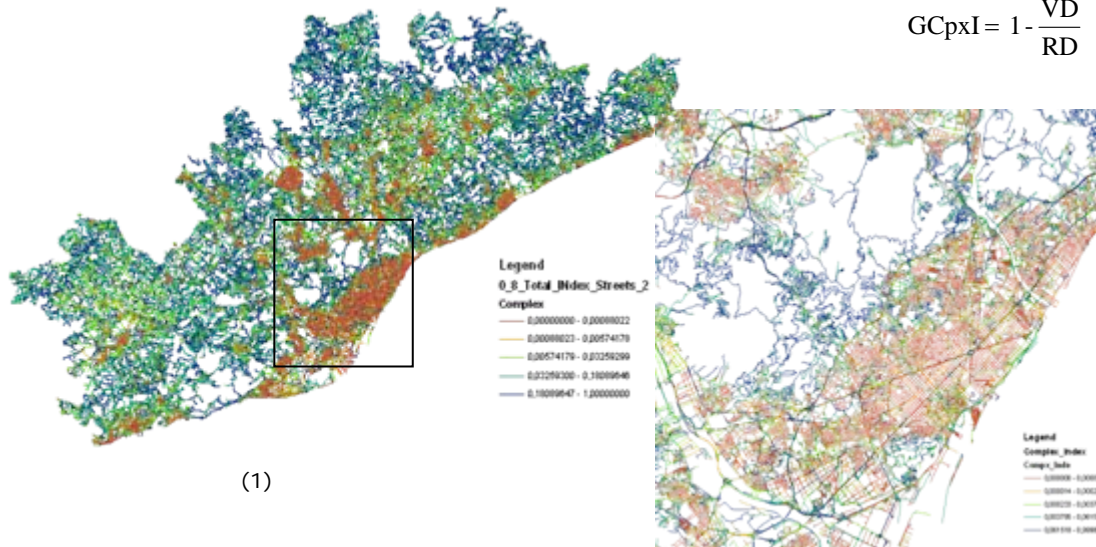
Calculating a virtual line between start end points and compare the virtual distance with a real one the complexity must gave on a range between 0 to 1

Where:

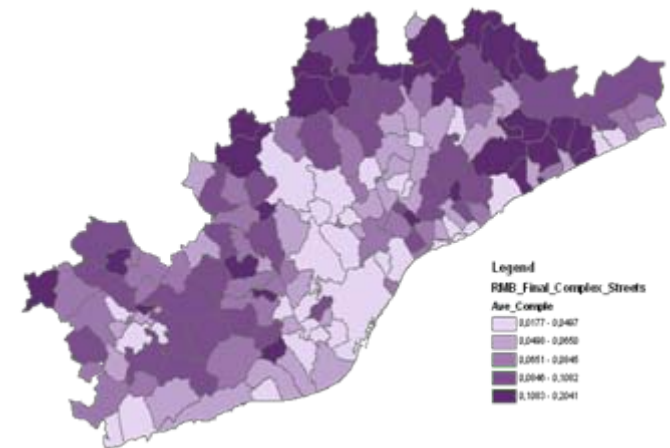
VD = Virtual Distance

RD = Real Distance

$$GC_{pxI} = 1 - \frac{VD}{RD}$$



(1)



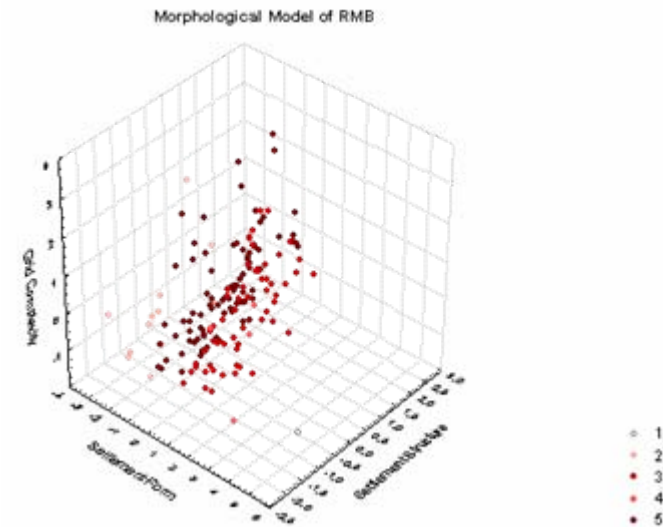
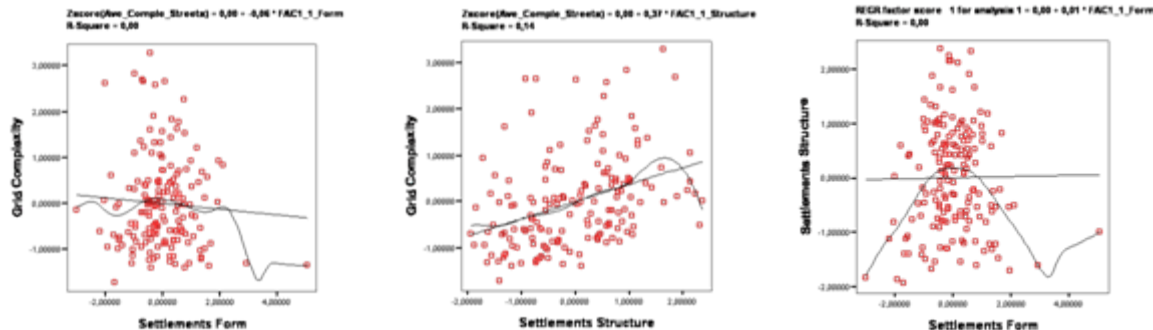
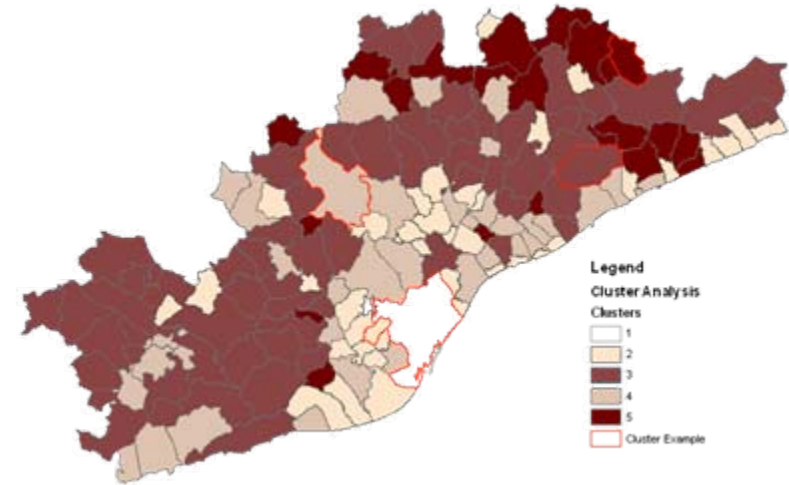
(2)

## RESULTADO ESPACIALIZADO DEL ANALISIS CLUSTER

Cuando las áreas tienden a la compacidad de la forma, el valor de complejidad estructural de las carreteras tiende a cero; en el mismo tiempo la discontinuidad en los asentamientos urbanos se refleja en una estructura mas compleja de las redes viarias

## LA CORRELACIÓN ENTRE LOS INDICADORES

El efecto de la forma sobre la red infraestructural se ejerce de acuerdo con los niveles de fragmentación y complejidad del perfil urbano, es decir donde más cerrada y menos fragmentada la estructura urbana mas integrada resulta la red de las carreteras



## MUESTRAS DE MODELOS URBANOS CLASIFICADOS



(Barcelona city, N°1) high compactness and complexity forms with low dispersion of varied street network types. (N°2) high compactness and low complexity forms with zero fragmentation, road network structure contains two types: Orthogonal and Serpentine. (N°3) high fragmentation without dispersion, street structure shows a predominantly serpentine type with high density. (N°4) middle compactness mixed with dispersion including high complexity shape, street structure shows a predominantly orthogonal merged with few serpentine types in the peripheral city part. (N°5) low compactness and complexity shape, high fragmentation and dispersion with serpentine street network structure but with low density

## EL ANÁLISIS URBANO Y EL CAMBIO DE ESCALA

Different processes shaping land-use patterns are observed at different scales. In land-use modelling, scale can influence the measurement and quantitative description of land-use patterns, and urban growth, and can therefore significantly impact the behaviour of model parameters that describe urban models and their indicators. Multi-scale analysis represents an increasingly important issue in the understanding of urban spatial patterns (Claire and Scott, 2005)

There is not a unique or optimal scale for analysis. Changing the scale changes the spatial patterns, which has implication for the understanding the complex urban system. Thus, urban analysis performed at a single scale is incomplete and insufficient for understanding spatial patterns (Barros Filho and Sobreira, 2007)





## CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE ESTRUCTURAS URBANAS EN LA CIUDAD

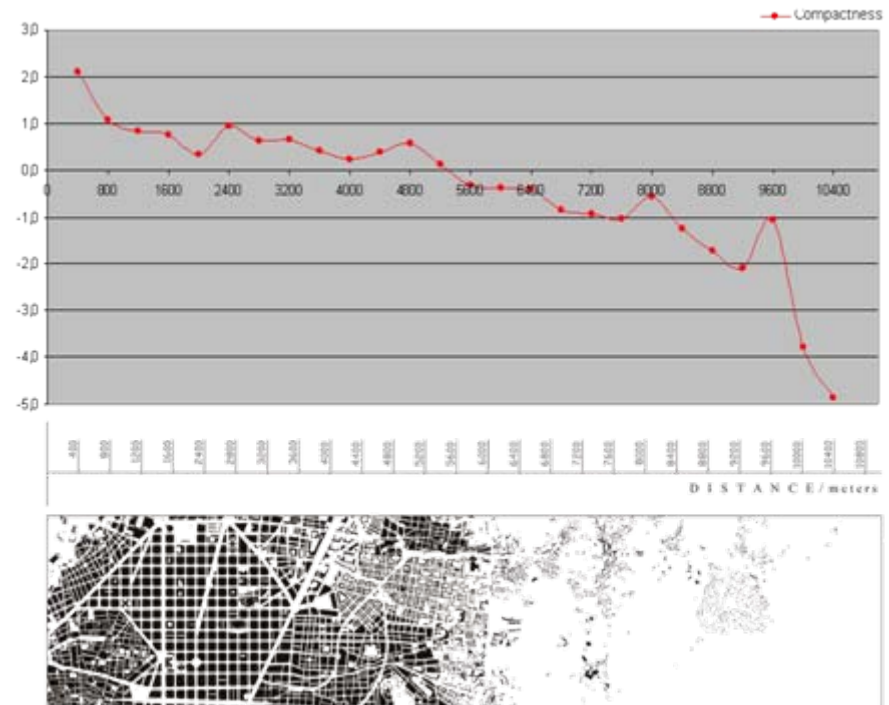
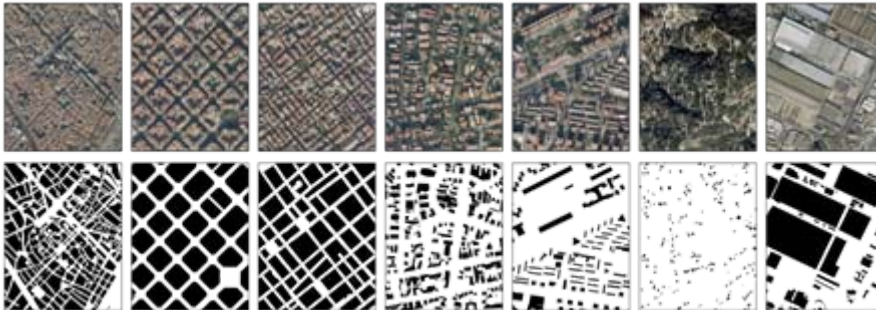
Clasificar las diferentes tipologías de tejidos urbanos y analizar los patrones de crecimiento en la estructura, a través de un estudio sobre las características geométricas de los edificios cuales: forma del *footprint* y relaciones espaciales entre bloques, en términos de distancias

Identificar las similitudes en la configuración morfológica de las partes compositivas de una ciudad, a través la definición de “barrios morfológicos”, es decir zonas morfológicas homogéneas

### UNA CURVA DE COMPACIDAD

Basando el estudio sobre un conjunto de indicadores de forma y distancia, se pretende definir un indicador sintético de compacidad del tejido urbano

Una curva de compacidad que dependiendo de la composición estructural de una ciudad, nos proporcionaría un útil instrumento descriptivo sobre las características de un ámbito urbano



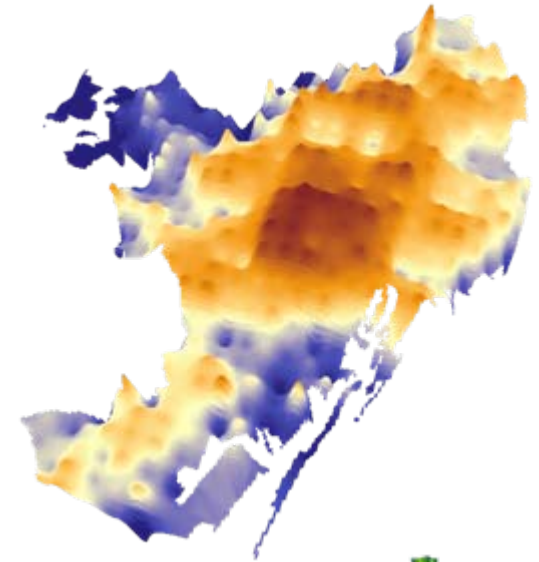
## UN INDICE DE COMPACIDAD

Un indicador sintético de compacidad basado sobre los caracteres morfológicos y de relación entre los edificios y sobre las conexiones de todas las partes que componen los asentamientos urbanos en el marco de sus dinámicas funcionales

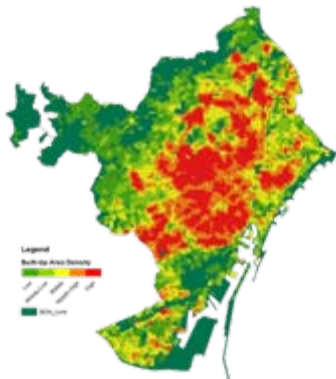
## INDICES MORFOLÓGICOS Y RELACIONALES

Calibrar un conjunto de indicadores capaces de describir las estructuras urbanas y para la definición de patrones estructurales en las zonas urbanizadas

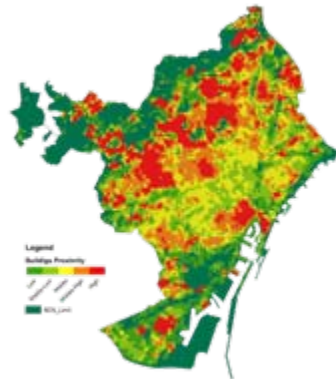
Delinear un análisis estadístico para clasificar diversas tipologías de tejidos urbanos y identificar las variables más explicativas



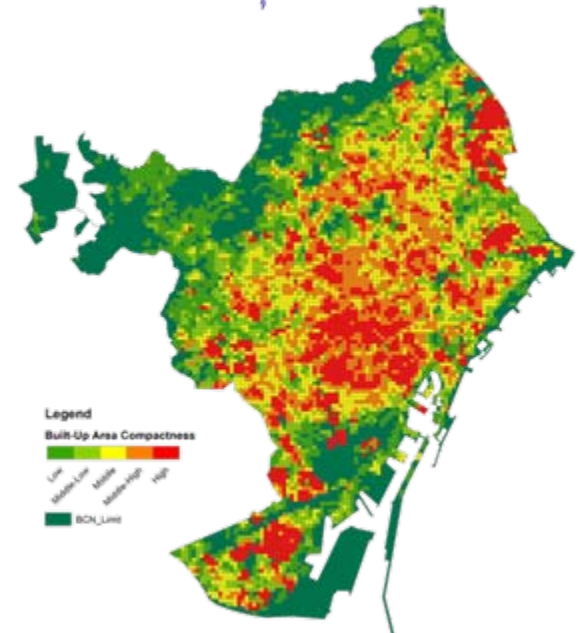
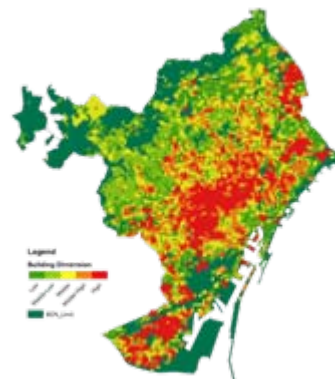
Building Density



Building Proximity



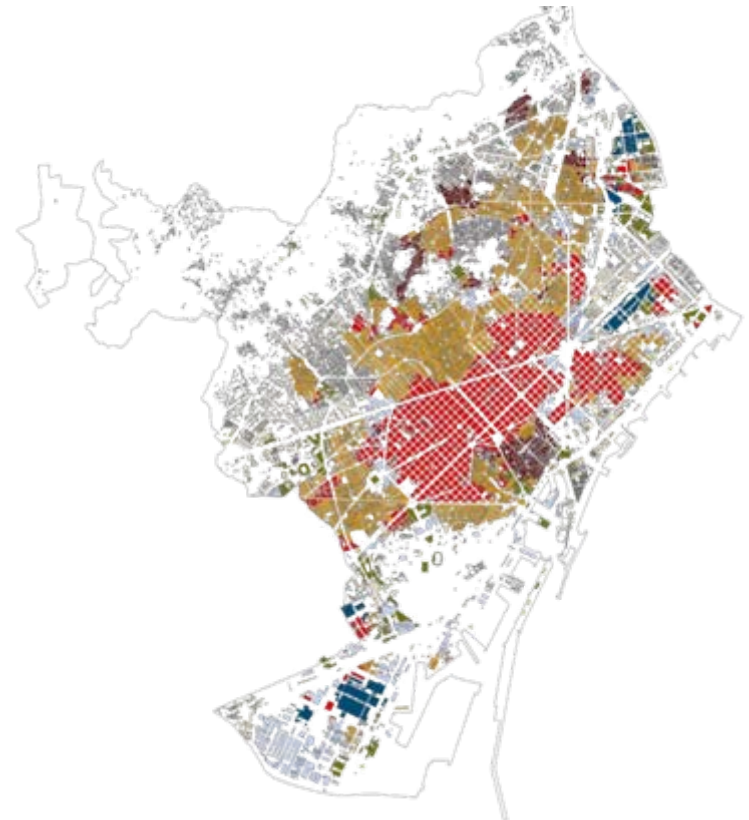
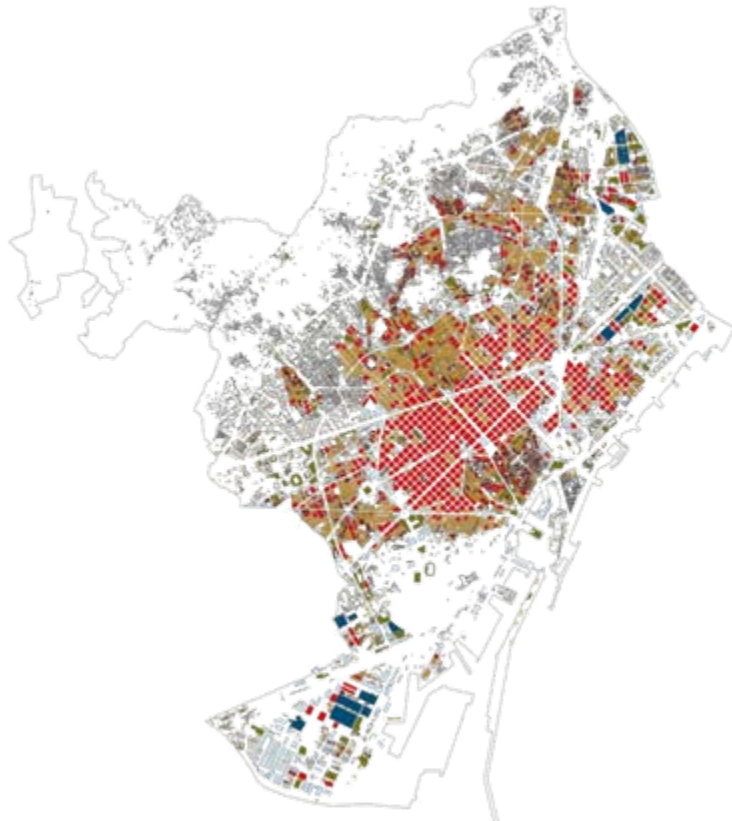
Building Dimension



## CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA SOBRE EDIFICIOS

Clasificación de edificios y aplicación de un filtro de correlación espacial, tras el concepto de homogeneidad en los planes urbanísticos. Para el filtro se ha calculado la predominancia de una clase alrededor de cada edificio en un *buffer* de 200 metros y se han delineados patrones de tejidos urbano con características similares en la estructura

## FILTRO DE CORRELACIÓN ESPACIAL





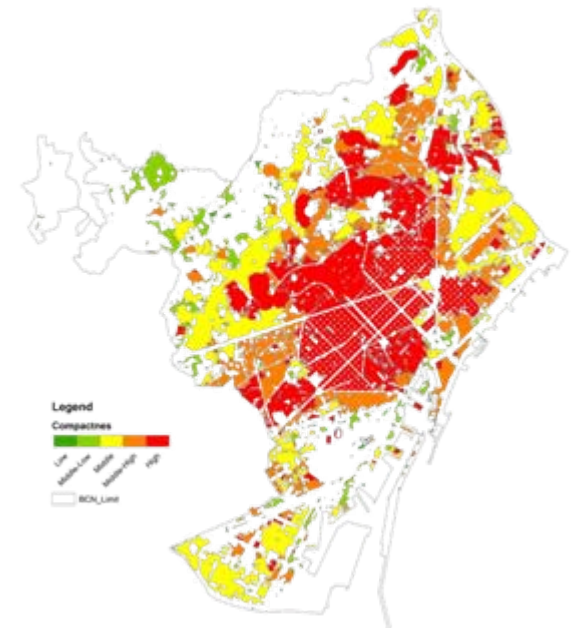
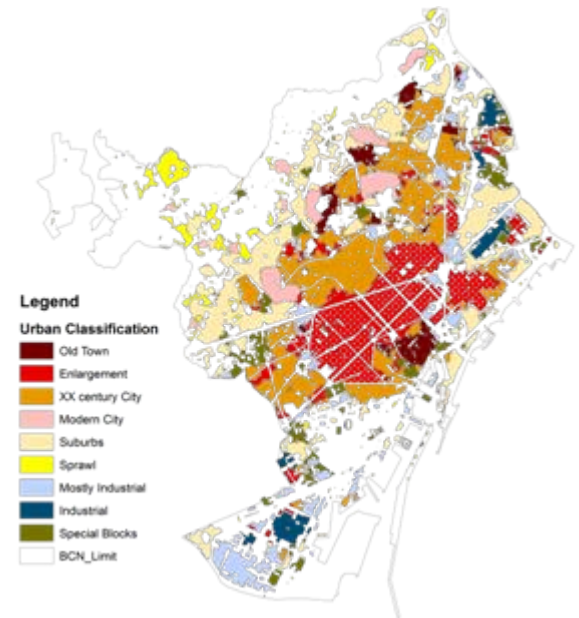
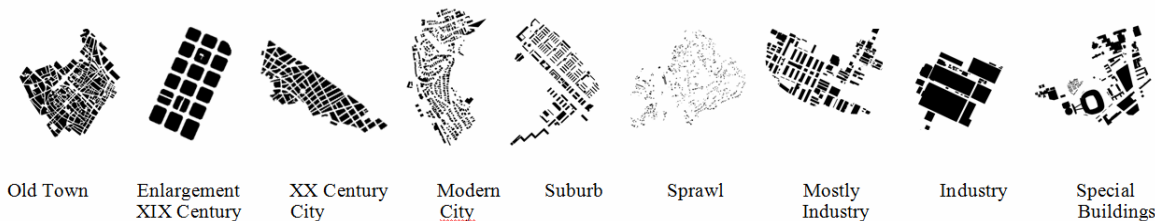
## ZONAS MORFOLÓGICAS HOMOGÉNEAS Y COMPACIDAD

Una clasificación automática de la ciudad en zonas morfológicas homogéneas, ofrece un instrumento de evaluación sobre la actuación de los planes municipales de ordenación. Este resultado puede ayudar a re-equilibrar las dinámicas de crecimiento, hacia un desarrollo sostenible de las ciudades, bajo muchos puntos de vista, puesto que ciertas características formales suponen aspectos económicos y sociales específicos

Unos limites “morfológicos” se podrían comparar con los limites administrativos para delinear nuevos ámbitos de análisis, estadísticas, económicas, sociales

## TIPOLOGIAS DE TEJIDOS URBANOS

Un ámbito territorial, está compuesto por muchas partes, así que resultaría provechoso un estudio que tenga en cuenta varias escalas de análisis, como si se trabajase haciendo varios zoom sobre la ciudad, empezando por sus partes mas pequeñas (por ejemplo los barrios) hasta llegar al conjunto territorial





## **MORFOLOGÍ URBANA Y ECONOMIA URBANA**

Empirically, the relationship between urban form and economic performance is fairly murky. Still, the physical make-up and shape of a city are widely thought to carry with them significant economic costs and benefits. Spread-out, auto-oriented cities, for instance, are commonly associated with high levels of infrastructure service demands and resource consumption (Cervero, R.)

### **A LITTLE OVERVIEW ON BIBLIOGRAPHY**

CERVERO, R. (2001) Efficient urbanization: economic performance and shape of the metropolis. Urban Studies, vol.38, nº 10, 1651-1671

ALONSO, W. (1971) The economics of urban size, Papers of the Regional Science Association, 26, pp. 67–83.

BOGART, W. (1998) The Economics of Cities and Suburbs. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall

DUNCAN, J. and FRANK, J. (1989) The Search for Efficient Urban Growth Patterns. Tallahassee, FL: Florida Department of Community Affairs

RICHARDSON, H. (1973) The Economics of Urban Size. Lexington, MA: D.C. Heath/Lexington Books



## **AGRADECIMIENTOS**

Bahaaeddin Al Haddad  
Carlos Marmolejo  
Jorge Cerda  
Montserrat Moix  
Malcolm Burns  
Carlos Aguirre  
Edison Salinas  
Alejandro Marambio  
Rolando Mauricio Biere  
Mario Gutiérrez  
Magda Ulied



# **MODELOS MORFOLOGICOS URBANOS: FORMA Y ESTRUCTURA**

## **EI CASO DE LA COSTA MEDITERRANEA ESPAÑOLA**